

先进技术设备进口如何影响本土产业链上游企业创新*

韩 超 李鑫平

内容提要:本文在探寻创新驱动发展战略与自主创新能力构建之间内在关联的同时,基于手工构建的上游关键环节企业信息,研究了下游企业进口工业机器人对本土产业链上游企业创新水平的影响。结果表明,进口工业机器人在平均意义上会削弱本土产业链上游企业的市场需求,从而对其经营绩效及创新能力的提升产生抑制。然而,这一平均效应并不适用于市场势力较大且具备一定抗风险能力的企业,融资约束较低的企业和国有企业相对能较好地缓解下游进口工业机器人产生的抑制性影响。本文为如何平衡使用进口技术设备与维护本土产业链发展稳定性之间的关系提供了一个可行的观察视角,并为如何有效利用国内外创新资源推进创新战略的实施提供了政策建议。

关键词:工业机器人 产业链 上游企业 创新水平

作者简介:韩 超,东北财经大学产业组织与企业组织研究中心教授,116025;

李鑫平(通讯作者),东北财经大学产业组织与企业组织研究中心博士研究生,116025。

中图分类号:F746.11 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-8102(2025)02-0123-18

一、引言

以创新驱动为核心的新发展模式已成为我国经济高质量发展的必然趋势,《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》(以下简称“十四五”规划)明确提出将科技自立自强作为国家发展的战略支撑,并对创新在现代化建设中的核心地位予以强调。在创新发展推动的过程中,既需要培育国内自主创新,也需要引进来自世界其他国家的先进技术,进口先进技术设备是企业实现创新发展的重要途径(林毅夫、张鹏飞,2005)。然而,由于全球贸易面

* 基金项目:国家自然科学基金面上项目“央地互动下环境规制纵向配置优化推动制造业绿色转型研究:内在机理与成本收益分析”(72173015);国家社会科学基金重大项目“我国制造业低碳化发展的理论体系、政策框架与实践路径研究”(22&ZD102);国家社会科学基金重大项目“大宗商品产业链供应链韧性与安全水平评估及对策研究”(23&ZD048)。感谢两位外审专家的宝贵意见,文责自负。李鑫平电子邮箱:lixinping202410@163.com。

临巨大的产业链断裂风险,美国对我国高技术领域实施产品断供和技术封锁,对于关键技术设备的出口管制不断加强,使我国产业链发展面临前所未有的挑战与“卡脖子”困境。此外,如果过度依赖国外先进技术设备又是否可能会抑制本土企业的自主创新能力,进而影响关键核心技术领域的突破?这种外部压力凸显了我国在关键技术领域实现自主可控的紧迫性以及构建安全可靠供应链体系的重要性。习近平总书记多次强调,关键核心技术关乎国家安全和经济社会发展的全局,必须实现关键核心技术的自主可控,以提高产业链的韧性和安全水平,为我国的长远发展筑牢坚实的科技基石。工业机器人作为自动化和智能化技术的代表,在现代工业生产中扮演着重要角色,具备高效率和高安全性等优势,目前已被普遍应用于企业的生产活动,被誉为当代制造业“皇冠上的明珠”。尤其是在我国逐渐加剧的人口老龄化问题和推进工业转型与跨越式升级任务的背景下,工业机器人的作用更加关键。根据国际机器人联合会(IFR)和中国海关总署的统计数据,2021年中国进口工业机器人的金额已达21.96亿美元,制造业人均工业机器人密度达到322台,已成为目前全球最大的工业机器人市场。但值得注意的是,尽管在工业机器人的总装机量和人均使用密度方面我国已居于世界前列,但在工业机器人的关键核心技术方面却依然相对薄弱,实际应用中对外国进口工业机器人的依赖程度较高。工业机器人的关键核心技术主要集中在产业链上游,包括减速器、控制器、伺服电机等关键零部件,上述核心零部件的成本占据了工业机器人总成本的七成以上。我国在工业机器人产业链上游关键环节存在的高技术壁垒问题导致了我国工业机器人产业目前这种“大而不强”的现象,存在较高的“卡脖子”技术风险,提升工业机器人上游环节的关键核心技术创新已成为我国发展的必然选择。在此情况下,本文以工业机器人为例研究进口技术设备如何影响本土产业链上游企业的创新发展,不仅可以揭示它们之间的内在联系,还能为推动我国本土工业机器人产业链的发展提供直接的经验证据。这将有助于解决我国工业机器人在产业链发展中所面临的挑战,进而促进本土产业链的创新发展。

在已有研究中,学者们从多个角度研究了进口如何影响本土经济发展,包括对经济发展(樊仲琛等,2023)、企业生产率(余森杰,2010)、环境绩效(韩超、王震,2022)等诸多方面的影响。还有一些研究已经聚焦到进口与本土关联企业发展的研究(Javorcik,2004),有研究发现下游进口阻碍上游全要素生产率提升,也有研究发现这一效应取决于多方面因素,比如规模效应与技术替代效应、企业吸收能力差异(Blalock和Gertler,2009),还与市场空间挤出程度有关(包群等,2015)。但是以上研究尚未关注关键设备引进问题,在现有的几篇与关键设备引进相关的研究中,有学者认为进口关键设备能够弥补本土设备短缺的困境(巫强、刘志彪,2009),会带来中间品多样性提高、技术溢出增强等影响(Fieler等,2018),提升企业的创新动力(Connolly,2003)。具体关注创新的研究中,谢红军等(2021)认为进口关键技术设备能提高企业创新水平但不利于基础创新,还有学者借助最新美国技术断供分析进口先进技术设备带来的影响,发现会通过缓解本土制造商创新外部性的方式激励企业自主创新(寇宗来、孙瑞,2023)。但也有研究发现其会抑制本土创新,罗长远和吴梦如(2022)发现美国出口管制对我国企业自主创新行为造成了负面影响。综合可知,现有研究并未得到一致结论,同时目前研究关注的上下游关系仍然停留在投入产出表的维度,未精准到具体产业并探讨其具体产业链中的上游关键环节。

具体到工业机器人的相关研究,大部分研究集中在劳动力市场上,由于机器人产生替代效应和岗位创造效应的强弱不同,对于劳动力需求的净效应方向不确定(Acemoglu等,2020;李磊等,2021),而对劳动力的替代效应又与劳动是否常规有关(魏下海等,2018),存在显著的就业极化效应(余玲铮等,2021;何小钢、刘叩明,2023)。部分学者从产品质量、生产率等角度研究工业机器人

带来的影响,认为其推动了企业的生产转型、提高了产品质量(Koch等,2021),优化了资本结构,促进了经济增长与结构转型(田鸽、张勋,2022)。有一些研究已经注意到工业机器人使用对创新的影响,诸竹君等(2022)发现企业使用工业机器人会从效率增进效应、技能互补效应、技术选择效应和行业竞争效应等方面影响企业创新。然而,以上研究尚未关注对产业链发展的影响。

尽管现有研究可以为我们认识以工业机器人为代表的先进技术设备引进对本土产业链的影响提供间接的逻辑思考,但仍然无法回答引进关键技术设备具体如何影响产业链上游关键环节的发展。故本文通过中国工商注册登记数据等数据库识别了工业机器人产业链上游关键环节的有关企业,从微观层面创新维度探究了进口先进技术设备对本土产业链上游关键环节发展的影响。相较于以往文献,本文可能有以下边际贡献:其一,研究了工业机器人代表的先进关键技术设备对本土产业链上游关键环节企业创新的影响,丰富了现有关于进口与本土产业发展、进口关键设备与本土产业发展以及工业机器人使用影响等相关问题的研究结论;其二,现有研究大多基于投入产出表识别上下游关系,无法较好地剔除不同行业之间存在的差异性影响,与其不同,本文通过深入产业内部梳理了工业机器人的具体产业链,手工识别其中的上下游关系,挖掘出了产业链关键环节,对于产业链的识别更为精准与科学,更符合“产业链”的内涵,得到的结论相对更为准确。

二、理论逻辑与现实背景

进口先进技术设备对本土产业链上游关键环节发展的影响大体可分为两部分,一方面会对本土企业产生挤出效应,并可能造成本土企业对外来设备依赖度提高的“产业链锁定”效应,进而对本土企业创新带来抑制作用;另一方面本土企业也可能在外来竞争下对自身的创新产生激励效应,并受益于进口技术设备的知识技术溢出,从而对本土企业的创新产生促进作用。工业机器人属于高知识、高密度的技术产品,是进口先进技术设备的代表性产品,因此结合工业机器人来论述相关逻辑更有利于我们获得更为直观的认知。

(一)理论逻辑

1.挤出效应

核心零部件处于工业机器人产业链的上游环节,下游进口工业机器人主要通过需求侧的变化来影响上游零部件企业,而市场需求变化会直接影响企业的创新动力,是影响企业自主创新的重要驱动因素(孙早、宗睿,2022)。早在20世纪六七十年代日本等发达国家已发明出工业机器人,产业链各个环节技术已非常成熟,海外进口的工业机器人在精度、动能、稳定性等方面远超过本土工业机器人,这也造成了企业更倾向于选择使用进口工业机器人的结果。进口先进技术设备可能会挤占国产设备制造企业市场,这将导致国产的设备制造企业市场份额降低,减少对于本土产业链上游企业零部件的采购情况,具体如图1所示。下游企业需求量的削减会造成上游企业与设备制造企业的沟通交流减少,“干中学”的技术效应减弱,产品质量也更加难以满足下游采购企业的实际生产需要。此外,由于本土上游产品本身技术水平尚需提高,对于进口配套产品的替代性较弱,本土上游企业可能会增加自身的营销成本来维持市场需求;即使下游进口先进技术设备的企业使用本土上游企业生产的产品,也会要求其进行更高质量、稳定可靠的产品生产,造成本土上游企业的成本提高,进而降低上游企业的经营利润与研发动机,对其创新水平产生负面影响。

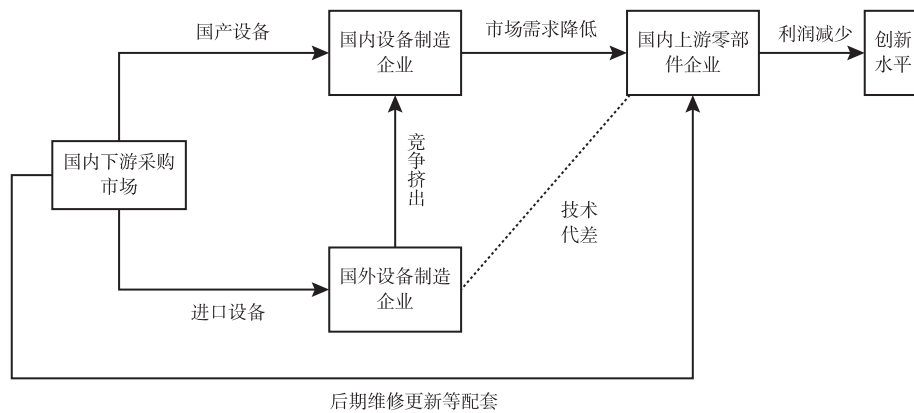


图1 基本逻辑示意图

2. 产业链锁定与技术代差

还可能存在另外一种情况,进口工业机器人会推动本行业市场规模扩大,通过规模扩大的路径增加对本土上游关键环节企业的需求。然而,这一效应也存在不确定性。我国上游企业产品的技术水平尚不成熟,国产品牌在稳定性、响应速度等方面与国外零部件的技术相比仍存在较大差距,难以满足进口工业机器人的配套需求,国产零部件的替代率依然较低(钱海章等,2022)。虽然本土企业可能通过技术模仿等手段提高创新水平,但这种模仿更多是对于中低端设备而言,对于高性能的先进设备而言技术模仿的难度则比较大,由于技术水平存在较大距离的代差,可能会导致上游企业在技术升级方面难度增加。而零部件技术是工业机器人发展中最核心的技术,其性能水平直接决定了工业机器人的质量高低,目前我国上游大部分本土企业仍处于技术初步发展阶段,所以使用工业机器人生产的企业也更多选择进口零部件进行配套,对于国产品牌的零部件需求较小,这种技术代差造成了对于进口零部件的产业链锁定。并且减速器、控制器、伺服系统等核心零部件的价格高昂,总成本占工业机器人总成本的比重超过七成,核心零部件产品的质量对于企业的工业机器人生产而言至关重要,所以企业在采购时也会更加慎重选择技术水平更高的进口零部件进行配套。

3. 创新激励效应

除了上述分析中进口工业机器人对产业链上游企业可能产生的挤出效应和产业链锁定效应以外,下游进口工业机器人对产业链上游本土企业的创新也可能存在正向激励作用,主要通过知识技术溢出效应与逃避竞争效应两种方式产生。一方面,下游企业进口的工业机器人技术与性能均较为优越,在设计制造中集成了领域最前沿的技术成果和创新理念。当本土产业链上游零部件企业为进口工业机器人提供配套服务或维修交流时,这些先进的设计理念、制造工艺会溢出至本土上游企业,从而促进上游企业自身的创新能力和技术水平提升。另一方面,下游企业使用进口工业机器人后可能对国产上游配套零部件产品的质量提出更高要求,上游企业为保持市场竞争力必须不断提高产品技术含量,倒逼上游企业不断进行技术创新。所以,下游企业进口工业机器人可能会对上游企业的技术创新产生正向影响。

综合来看,本文认为下游企业进口工业机器人一方面会对本土企业产生挤出效应和产业链锁定效应,可能抑制上游企业的创新水平;但另一方面也会对产业链上游核心零部件企业产生知识溢出效应,对上游企业的创新水平产生促进作用。因此,下游进口工业机器人对产业链上游企业

的影响取决于上述效应的整体净效应,但是下游进口工业机器人对上游零部件的纵向溢出可能相对较小,所以我们认为下游企业进口工业机器人可能主要会对产业链上游企业产生抑制影响,产业链的发展容易呈现“先进设备进口增多—抑制本土设备制造—抑制上游关键环节需要—关键环节上游技术进步缓慢—国产替代率无法提升—进口海外先进设备”这样的恶性循环中。下游企业在进口使用工业机器人后,由于进口工业机器人带来的挤出效应、国产品牌零部件替代率低等因素,下游企业对于本土产业链上游国产零部件产品的需求减少,减缓了本土产业链上游企业的创新发展。

(二)工业机器人产业链的基本情况

在现有关于产业链上下游的研究中,绝大部分研究使用由国家统计局发布的《中国投入产出表》中的行业间投入产出信息,通过计算国民经济行业层面的直接消耗系数大小来衡量产业上下游之间的关系。但其存在的问题是一方面投入产出表的发布周期为五年一次,期间直接消耗系数可能发生变化;另一方面则是该方法只能衡量产业层面这种较为宏观的产业上下游关系,难以捕捉更加微观的上下游联系。因此,本文选择以工业机器人具体产业链为例,探讨更加微观的上下游关系。工业机器人产业可以分为上游的零部件制造企业、中游的工业机器人本体制造企业和下游的终端消费者。工业机器人的产业链环节虽然较少,但涉及多个高新技术零部件,整体技术含量极高。在工业机器人产业链的上游,精密减速器、伺服系统、控制器和传感器的技术壁垒较高,且成本占比最大。根据《中国机器人产业核心零部件发展报告(2020-2021)》数据,上述成本合计约占整体成本的70%,因此被称为机器人核心零部件,直接影响工业机器人的性能。考虑到产业链上下游本身为相对概念,本文使用的下游进口工业机器人是产业链的下游部分,为了更全面地对工业机器人的关键环节进行研究,本文将工业机器人终端应用以上的产业链部分均视为上游,主要为工业机器人的核心零部件制造企业,具体内容如图2所示。

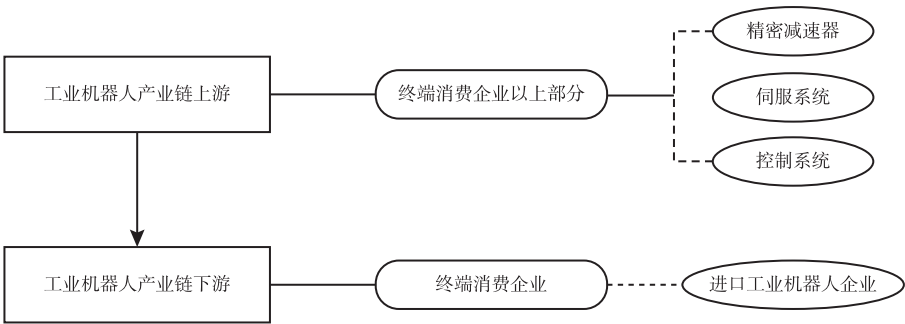


图2 工业机器人的产业链基本概况

在工业机器人产业链中,上游核心零部件对于工业机器人的性能和成本影响巨大。虽然国家持续在核心零部件上投入研发、力求攻克技术壁垒,但目前我国的核心零部件仍依赖进口,在关键技术上与国外还存在较大差距。精密减速器是一种相对精密的器械,能够起到降低转速、增加转矩的目的,是工业机器人的核心零部件之一,也是技术难度最大的核心零部件,其成本约占整机成本的1/3。我国本土的精密减速器研究起步较晚,虽然近年来性能有所提高,但在实际应用中仍然较少。根据《中国机器人产业发展报告(2020-2021)》数据,全球减速器市场大部分份额仍被日本

企业占据,比例约为80%。^①控制器主要负责发布和传递动作指令,控制机器人在工作空间中的运动位置、姿态轨迹和动作时间等。国内控制器在稳定性和易用性上有所改善,但在控制位置精度和大负载力学约束技术上还有待提升。伺服系统由伺服电机、伺服驱动器、伺服编码器组成,用来驱动机器人的关节,对于机器人的灵活性和适用范围有着重要影响。目前华中数控、汇川技术等国产品牌正在逐步实现进口替代,但日系和欧美品牌仍占据75%以上的市场份额。随着新一代信息技术和人工智能的快速发展,传感器也成为工业机器人的重要零部件之一,但目前国产品牌的性能和稳定性还有待提高。

2000—2013年中国工业机器人无论是进口总额还是进口数量,整体均呈明显上升态势。2000年中国进口的工业机器人数量仅为1988台,进口金额为5060万元;2013年进口工业机器人数量已经达到39890台,进口金额为95100万元。^②同时,根据省份信息研究2000—2013年中国进口机器人的地区分布,^③结果显示机器人的进口主要集中在东部地区,进口金额和进口数量占中国总进口的比重约为80%。在省市层面上,上海、江苏、北京、广东等地所占比重较高。除了进口规模和地区分布外,本文还对进口工业机器人的行业分布进行了研究。根据进口机器人企业的两位数行业代码,2000—2013年中国进口工业机器人的行业共有31类,其中交通运输设备制造业、专用设备制造业和通信电子设备制造业占比较高。进口工业机器人的行业在逐渐增多,但总体来看比例上变化不大。根据上述分析,进口工业机器人可能对本土工业机器人发生了较强的挤出效应,而本土上游企业由于存在技术代差,产品质量难以满足进口工业机器人的配套需求,导致本土上游企业的市场需求下降,对上游企业的经营绩效造成了负面影响,降低了上游企业的创新水平。另外,从机器人与上游企业相关性示意图推测进口工业机器人带来的技术溢出在平均意义上不太明显,对于本土上游企业的创新水平没有显著正向影响。当然上述仅为本文的初步判断,并不能完整地说明其中可能存在的具体逻辑。在下文中会通过更加科学严谨的经验分析来研究进口工业机器人对于本土上游企业创新的影响及可能存在的作用机理。

三、数据说明与研究设计

(一)识别工业机器人产业链上游企业

基于对工业机器人产业链的分析,本文对工业机器人产业链的上游企业进行了科学识别。具体而言,我们使用国家工商行政管理总局(现国家市场监督管理总局)2000—2013年中国工商注册企业登记数据库,该数据库包含了中国历年登记注册的企业名称、经营范围和注册地址信息,为识别上游企业提供了数据支撑。首先从中国工商注册企业登记数据库中的企业经营范围中识别出包含工业机器人上游企业关键词的企业^④,然后在识别出工业机器人的上游企业的基础上,剔除只进行上游零部件批发销售的企业,仅保留工业机器人的制造生产企业。现有研究大部分使用投入产出表方法来识别产业链上下游,由于存在产业间互为上下游和行业代码宽泛的问题,相对而言

^① 限于篇幅,正文未报告全球精密减速器市场份额,详见线上附录表1。

^② 限于篇幅,正文未报告2000—2013年中国工业机器人进口额、数量、地区分布、行业分布、机器人与上游企业相关性示意图,详见线上附录图1~图3。

^③ 东部地区包括北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东和海南;中西部地区包括山西、内蒙古、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南、广西、四川、重庆、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆。

^④ 工商注册登记数据库中使用的关键词主要包括“精密减速器”“伺服系统”“控制系统”“传感器”“末端执行器”等词语,匹配后结合人工判断逐项识别。

较为模糊。本文根据工业机器人特定产业链直接识别上游企业,较传统投入产出法更直接地考察了进口工业机器人对产业链上游企业的影响。

(二)进口工业机器人使用率指标的衡量

本文使用的工业机器人使用率为城市层面数据。参考李磊等(2021),本文首先根据《海关统计商品目录》识别出工业机器人的8位数HS海关编码^①,然后根据此编码从企业的海关进口数据库中获得工业机器人的进口金额信息,并加总到城市层面,以此作为该城市每年进口工业机器人的金额情况。由于不同年份工业机器人的整体进口情况存在差异,城市进口金额的绝对值无法实际反映出城市的工业机器人使用水平,使用相对指标来表示更加合理。因此,参考陈钊和初运运(2023)的做法,本文使用*j*城市*t*年进口工业机器人金额占全国*t*年进口工业机器人总量的比例来表示各城市工业机器人的使用情况。^②

(三)研究设计

$$\ln spate nt_{ijt} = \alpha_0 + \beta_0 robot_{jt} + \beta X_{ijt} + \lambda_j + \gamma_d + \mu_i + \varphi_t + \epsilon_{ijdt} \tag{1}$$

其中, $\ln spate nt_{ijt}$ 表示*j*城市*i*企业*t*年的总专利申请量,以此作为企业创新的衡量指标。 $robot_{jt}$ 表示*j*城市*t*年的工业机器人进口率。其中, X_{ijt} 表示控制变量, λ_j 表示城市固定效应, γ_d 表示行业固定效应, μ_i 表示企业个体固定效应, φ_t 表示年份固定效应, ϵ_{ijdt} 为随机误差项。为了尽可能控制其他随时间变化因素可能对被解释变量企业创新的影响,本文使用的控制变量分别包括企业层面、城市层面和行业层面的控制变量。其中企业层面的控制变量包括企业劳动生产率($\ln lp$)、企业规模($\ln kfix$)、企业的资本劳动率($\ln klratio$)、企业年龄($\ln bdat$);城市层面的控制变量包括城市人均生产总值($\ln gdp$)、城市产业结构($second_rate$)、城市教育支出($\ln edc_cost$);产业层面的控制变量包括四位数行业的赫芬达尔指数($cic4_hhi$),聚类标准误控制在城市-年份层面。主要变量的描述性统计如表1所示。

表 1		描述性分析			
变量	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
$\ln spate nt$	4016	1.686	1.315	0	8.720
$robot$	13452	0.039	0.070	6.09e-07	0.388
$\ln lp$	13288	5.916	1.087	-1.435	13.315
$\ln kfix$	13337	9.289	1.980	0	16.75
$\ln klratio$	13238	3.947	1.448	-4.477	11.869
$\ln bdat$	13441	2.254	0.704	0	4.682
$\ln gdp$	13386	1.801	0.790	-0.602	3.844
$second_rate$	13411	49.73	8.210	22.32	72.46
$\ln edc_cost$	12192	13.42	1.061	9.753	15.73
$cic4_hhi$	13452	0.032	0.048	0.0005	0.698

① 工业机器人的HS海关编码分别为84795090、84795010、84248920、84289040、84864031、85152120、85153120和85158010。
 ② 由于本土工业机器人数据指标的限制,暂时无法完全考虑本地市场的相关因素影响。即使如此,一个基本逻辑是:当地机器人企业数量(产量)越多,那么受地方保护主义倾向(机器人占主导,话语权大,更容易游说政府),进口的机器人也越少。反之,当地机器人企业数量(产量)越少,则进口的机器人可能也越多。按照以上逻辑,依据我们识别得到的估计结果只会是低估而非高估进口工业机器人引致的竞争程度,因此不会影响研究结论。特别感谢审稿专家对变量构造的宝贵建议。

需要注意的是,直接使用地区工业机器人进口率对上游创新进行分析可能会面临较为严重的内生性问题。上游零部件企业的创新水平也可能影响下游城市的工业机器人进口情况,存在反向因果的可能性。例如,正是由于本土机器人企业发展落后,其上游产业链发展不足,从而当地才会更多地进口机器人。同时,如果本土上游企业发展水平比较先进,也可能会促使地区需求更多工业机器人,进而增加进口量,所以两者的关系并不明确。为了更准确地分析这一关系,本文引入工具变量来解决内生性问题。在现有文献(王永钦、董雯,2020)的基础上,本文以美国相关行业工业机器人需求量为基础,同时考虑相应行业在中国地区间的份额差异,综合这两个方面进行工具变量的构造。具体而言,利用美国行业层面工业机器人存量在中国城市层面的渗透度指标作为中国城市进口工业机器人的工具变量。具体构造如下:

$$us_robot_{jt} = \sum_{i=1}^I \frac{Employ_{i,j,t=2000}}{MedEmploy_{i,t=2000}} \times \frac{MR_{it}^{US}}{L_{i,t=2000}^{US}} \quad (2)$$

其中, us_robot_{jt} 表示 j 城市 t 年的美国工业机器人渗透度, $Employ_{i,j,t=2000}$ 表示2000年 j 城市 i 行业劳动力的数量, $MedEmploy_{i,t=2000}$ 表示2000年 i 行业劳动力数量的中位数, MR_{it}^{US} 表示美国 i 行业 t 年工业机器人的使用量, $L_{i,t=2000}^{US}$ 表示美国 i 行业2000年(基期)劳动力的就业数量。 us_robot_{jt} 的构造主要基于以下三方面考虑:首先,我们认为美国行业层面的工业机器人采用数据反映了该行业对于工业机器人的需求情况,而美国作为代表性发达国家,该数据也在一定程度上体现了全球工业机器人在行业层面的整体趋势,体现行业间工业机器人需求的差异;其次,美国和中国在工业机器人的使用趋势上较为相似,同时美国也是中国重要的进口来源国之一,其工业机器人产量影响中国工业机器人的进口水平;最后,美国行业层面的工业机器人使用情况并不会直接影响中国本土工业机器人产业上游企业的关键零部件企业的发展。因而,使用美国的行业层面工业机器人采用量在中国城市层面的渗透度作为工具变量,可以满足工具变量的相关性与排他性要求,在下文稳健性检验中我们也进一步对工具变量的合理性进行了验证。^①

(四)使用数据库说明

本文主要使用四个微观数据库,包括2000—2013年中国工商注册企业登记数据库、2000—2013年中国海关进出口数据库、2000—2013年中国工业企业数据库和2000—2013年中国专利数据库。中国工商注册企业登记数据库提供了企业的经营范围信息,中国海关进出口数据库提供了企业进出口机器人及相关产品的金额、数量和来源地等信息,中国工业企业数据库提供了工业企业的生产经营及财务信息,中国专利数据库提供了企业每年的专利申请量等情况。在使用过程中,本文对上述数据库进行匹配,以中国工业企业数据库为基础,首先根据社会信用代码和名称等信息对工企数据和工商注册企业登记数据进行匹配。在以上匹配的基础上,再根据企业名称中的关键词信息结合地址等信息匹配中国专利数据库。最后,将上述匹配后的数据根据年份和城市代码与海关数据库进行匹配,最终得到包含企业经营财务状况、进出口情况、专利情况的高维微观数据信息。

^① IV估计本质上是一个局部平均处理效应(Local Average Treatment Effects, LATE),因而IV的结果可以理解为,受IV变动而导致的相关主体参与行为改变子样本的平均处理效应。换言之,在IV的LATE作用下,本文构建的IV变量已部分内含了地方工业机器人的渗透率,只是按照美国的行业规律进行类似Bartik方法的映射。特别感谢审稿专家对变量构造的宝贵建议。

四、实证分析

(一)基本结果

基于上述研究设计,本文实证分析了进口工业机器人对于本土产业链上游零部件企业创新水平的影响,具体回归结果如表2所示。在第(1)列中,本文仅使用普通OLS模型进行回归,回归结果显示核心解释变量*robot*的估计系数显著为负,初步说明进口工业机器人不利于产业链上游零部件企业的创新。在第(2)、(3)列中,本文使用工具变量再次进行估计,第(2)中显示第一阶段*us_robot*的估计系数显著为正,说明工具变量与解释变量之间存在正相关性。其中Kleibergen-Paap rk LM统计量为12.11,通过不可识别检验;Cragg-Donald Wald F统计量和Kleibergen-Paap rk Wald F统计量均显著大于10,说明不存在弱工具变量问题。第(3)列中显示第二阶段*robot*的估计系数依然显著为负。上述结果表明下游进口工业机器人会对本土产业链上游零部件企业创新产生负向影响的结论并不受内生性问题的干扰,估计结果是较为稳健的。

表 2 基准回归

变量	(1)	(2)	(3)
	<i>lnspatent</i>	第一阶段	第二阶段
<i>robot</i>	-1.640** (0.760)		-2.357*** (0.890)
<i>us_robot</i>		0.0001*** (0.0000)	
控制变量	是	是	是
企业固定效应	是	是	是
年份固定效应	是	是	是
行业固定效应	是	是	是
城市固定效应	是	是	是
样本量	3236	3172	
R ²	0.744		
Centered R ²		0.037	
Kleibergen-Paap rk LM 统计量		12.11	
Cragg-Donald Wald F 统计量		1965.46	
Kleibergen-Paap rk Wald F 统计量		59.72	

注:*,**和***分别表示在10%、5%和1%的水平下显著,括号内为在城市-年份层面聚类标准误差。下同。

(二)稳健性检验^①

1.更为严格的创新程度度量

基准回归中本文使用的专利数量包括发明专利、实用新型专利和外观设计专利三类,相比实

① 受版面限制,稳健性检验部分的估计结果见线上附录第二部分。

用新型专利和外观设计专利而言,发明专利的技术价值高,所需研发投入大,更能体现企业的创新程度。本文还使用企业申请发明专利的对数 $\ln fm_patent$ 作为被解释变量,回归系数依然显著为负,说明下游进口工业机器人抑制上游零部件企业创新的结论并不受专利类型选择的影响。除此之外,为了更加清晰地体现工业机器人产业链上游企业受到的影响,参考 Upward 等(2013)、张杰等(2013)和苏丹妮等(2020)的做法,我们测算了企业的国内增值率 $dvar$,以此作为被解释变量再次回归,结果与基准结论一致。

2. 城市工业机器人渗透指标的再构造

进口工业机器人所产生的竞争性影响也与本土的市场因素有关。为进一步排除本土市场相关因素的影响,本文再次尝试从进口渗透的角度构造核心解释变量。首先根据 BEC 经济分类匹配海关 HS 编码对应的商品指数,在此基础测算城市层面进口资本品的总金额 $city_cap = \sum hs_value \times bec_rate$,其中 hs_value 为海关进口产品金额, bec_rate 为进口产品资本品比例。然后计算城市工业机器人进口金额占资本品的比例 $robot_cap$,以此作为解释变量再次进行回归,回归系数依然显著。最后,为了避免城市和行业等因素对城市工业机器人进口率带来的影响,本文通过借鉴 Khandelwal(2010)使用估计值残差来测算产品质量的思路,首先使用城市的进口工业机器人金额、城市层面控制变量、行业层面控制变量等信息来估计城市的净工业机器人使用情况 net_robot ,然后将其作为新的解释变量对企业申请专利数量 $\ln spate$ 进行回归,结果显示 net_robot 的系数显著为负,说明本文的研究结论是较为稳健的。

3. 其他可能的工具变量

为了检验具体结果是否特别依赖于基准中工具变量采用,本文在此使用其他两个工具变量,分别是滞后一期的城市进口工业机器人比例 $late_robot$ 和同省份其他城市进口工业机器人的平均比例 $other_robot$ 。首先,滞后一期的解释变量与当期的误差项并不相关,也不影响当期本土产业链上游企业的创新情况。结果显示核心解释变量的估计系数显著为负,进一步验证了本文的基本结论。除此之外,本文还选择同省份其他城市进口工业机器人占比的平均值作为工具变量,一方面同省份其他城市工业机器人的进口程度会影响本城市的工业机器人进口情况,另一方面其他城市的工业机器人使用情况对于本城市产业链上游企业的创新并无直接影响,因此本文认为该工具变量能够满足相关性与外生性条件。本文将此工具变量代入方程后进行两阶段回归,结果显示核心解释变量的系数依然显著为负,说明企业进口工业机器人显著抑制了本土产业链上游企业创新水平的研究结论是较为稳健的。

4. 增加样本数量

为了避免专利数量为零的企业对创新扩展边际的影响,本文将专利数量为零的企业进行加1对数化处理后代入模型再次进行回归,结果显示核心解释变量的估计系数依然显著为负,说明该部分零专利的样本并不影响结果的稳健性。

5. 其他稳健性检验^①

(1)工具变量排他性检验。在模型设计部分,本文主要使用定性分析的方式论述了工具变量的排他性问题,为进一步证明工具变量的可靠性,参考 Nunn 和 Wantchekon(2011)的思路,通过观察在预期没有因果效应的样本里的估计情况,来间接说明工具变量的排他性成立。具体而言,使用美国工业机器人对中国的渗透率作为工具变量,要求只通过影响中国工业机器人来影响产业链

^① 限于篇幅,正文未报告其他稳健性检验的实证回归结果,详见线上附录第二部分。

上游企业,产业链的上游企业均与工业机器人相关,所以才会受到进口工业机器人的影响。于是我们在工企样本中剔除了有工业机器人产业链上游企业存在行业内的所有企业,仅保留与工业机器人不相关的企业样本进行回归,结果显示核心解释变量的估计系数并不显著,在这些样本中并没有发现美国工业机器人在中国的渗透率对企业创新的影响,证明了工具变量满足排他性。

(2)不同层级聚类标准误。聚类标准误层级的选择对于回归系数的显著性有直接影响,本文通过更换不同层级的聚类标准误来检验基准回归的稳健性。在基准回归中使用城市行业层面的聚类标准误,在此分别使用城市-行业、省份-年份、省份-行业等多个不同层级的聚类标准误进行检验,结果显示 $robot$ 的系数均显著为负,表明本文的基准结果不受聚类标准误层级选择的影响,研究结论是较为稳健的。

(3)排除加工贸易的可能影响。为了排除企业仅在国内对进口工业机器人加工处理,并不实际投入生产的影响。本文根据企业进口贸易代码,剔除“来料加工装配进口的设备”“来料加工装配贸易”“进料加工贸易”等进口情况,然后进行回归。附录表5第(1)列中本文仅控制企业、年份、城市、行业固定效应,不添加任何控制变量,结果显示解释变量的系数显著为负;第(2)列中本文在添加控制变量后进行回归,回归变量的系数依然显著为负。除此之外,本文也使用发明专利作为被解释变量再次回归,结果如第(3)列所示,核心解释变量的估计系数依然显著为负。上述结果排除了加工贸易等因素对本文研究结论的干扰。

(4)排除异常值的影响。为了避免部分异常样本对于基准结果的干扰,本文分别在1%、3%和5%的水平下对回归样本进行了缩尾处理,以此来消除极端值带来的影响。结果显示在不同的缩尾水平下,核心解释变量的系数仍然显著为负。上述结果说明本文的研究结论受极端值影响较小,结果较为稳健。

五、潜在影响渠道

在上述基准分析中,我们发现进口工业机器人对本土产业链上游零部件企业的创新水平产生了负向影响,但对于其中的具体作用机制尚不明晰,进口工业机器人通过何种路径影响本土产业链上游企业的创新水平仍需探究。因此本部分在上文逻辑分析的基础上使用实证计量的方法对其中的作用机理展开进一步研究。

(一)低端锁定与技术代差

进口工业机器人虽然也需要上游零部件配套生产,但是我国上游企业产品的技术水平尚不成熟,与国外零部件的技术相比仍存在较大差距,难以满足进口工业机器人的配套需求。而零部件技术是工业机器人发展中最核心的技术,其性能水平直接决定了工业机器人的质量高低,因此进口工业机器人企业也会更加倾向于采用进口上游零部件。本文首先根据上游工业机器人的零部件名称等信息,参照中国进出口HS编码规则识别出工业机器人零部件所对应的HS海关编码,然后按照此代码从企业的海关进口数据库中保留了历年企业的进口工业机器人零部件状况,使用 $lncap_value$ 来表示企业的零部件进口额。

本文将 $lncap_value$ 作为被解释变量代入模型进行回归,结果如表3第(1)列所示,核心解释变量 $robot$ 的系数显著为正,企业进口工业机器人显著提高了零部件的进口额,说明由于国产零部件难以满足进口工业机器人的配套需要,使用进口工业机器人的企业更倾向于使用相应的进口零部件来配套生产。此外,本文也计算了城市层面进口零部件金额在零部件整体金额中的比例 cap_ratio ,结果

如表3第(2)列所示,核心解释变量的估计系数显著为正,说明进口零部件的比例也在不断提升。本土上游企业由于与进口产品之间存在技术代差,为了提高自身产品市场需求,可能会加大市场营销和推广力度,以此来吸引下游客户进行采购,这可能包括广告、展会等费用,增加了企业的营销成本。本文使用企业单位产值的销售费用 $\ln expense$ 作为被解释变量进行回归,结果如表3第(3)列所示,核心解释变量的回归系数显著为正,下游进口工业机器人显著提高了上游零部件企业的销售费用。

表3 产业链锁定与技术代差

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	$\ln cap_value$	cap_ratio	$\ln expense$	$\ln spatient$	$\ln spatient$
第二阶段:					
<i>robot</i>	2.658*** (0.813)	1.334** (0.631)	0.364* (0.206)	-1.892 (2.065)	-2.571** (1.354)
样本量	22035	618	10945	655	1284
Centered R ²	0.020	-0.009	0.055	0.027	0.068
Kleibergen-Paap rk LM 统计量	23.58	6.16	10.49	15.99	17.76
Cragg-Donald Wald F 统计量	2.1e+04	194.55	6194.62	230.20	866.72
Kleibergen-Paap rk Wald F 统计量	106.39	28.69	52.44	79.13	72.91
第一阶段:					
<i>us_robot</i>	0.0001*** (0.00001)	0.00008*** (0.00001)	0.0001*** (0.00001)	0.0001*** (0.00001)	0.0001*** (0.00001)

注:所有基于企业数据分析的结果均控制了相关控制变量以及企业、年份、城市、行业固定效应;第(2)列基于城市层面的分析仅控制相关控制变量以及年份、城市固定效应。下同。

本文认为进口工业机器人对于上游零部件可能更倾向于使用进口产品,这种产业链锁定主要是由于本土上游产品与进口产品之间存在技术代差,在此本文间接地给出经验证据。对高技术企业而言,如果技术差距过大则难以获得先进技术的知识溢出效应,技术差距在合理区间内才能获取知识吸收机会,在此我们使用技术代差的概念来间接表示这种低端锁定效应。本文使用美国前沿企业技术水平来替代进口产品生产企业的技术水平,使用 NBER-CES 数据库计算了美国行业的劳动生产率,然后根据 NAICS 行业代码的具体内容与中国企业行业代码手工进行了匹配。参考 Bourlès 等(2010)的做法,本文使用技术距离的概念来表示产品之间的技术代差,使用美国行业劳动生产率作为技术前沿进行计算。具体而言,用企业劳动生产率与美国行业劳动生产率的差值表示该企业与国内行业技术前沿的技术距离:

$$gap_{ijt} = \widehat{\ln l p_{jt}} - \ln l p_{ijt} \quad (3)$$

其中, $\widehat{\ln l p_{jt}}$ 表示美国 t 年行业 j 的劳动生产率, $\ln l p_{ijt}$ 表示中国 t 年行业 j 企业 i 的劳动生产率。技术距离 gap 越小表示上游企业的产品技术越高,与国外进口产品之间差距越小。本文将技术距离的前 25% 企业认定为技术水平相对较高,与进口产品之间的技术代差较小。由于我国技术水平相比进口产品落后的企业数量较多,故将后 50% 的企业认定为技术代差较大的企业。结果如表3第(4)列所示,核心解释变量的系数虽然为负但是并不显著,说明对于技术代差较小的企业,进口工

业机器人的市场受到的净负向影响相对较小。第(5)列中核心解释变量的系数依然显著为负,说明对于技术代差较大的企业,进口工业机器人对其创新水平发生了显著的抑制作用。另外上述结果在一定程度上说明目前我国本土上游零部件与进口零部件之间确实存在技术代差,为我们接下来继续研究挤出效应提供了现实依据。

(二)市场挤出的平均效应

市场需求是影响企业创新动力的重要因素,市场需求量越大,企业对于未来发展的预期越好,也更有动力进行研发创新。进口工业机器人的技术水平高,会对本土的国产工业机器人造成“挤出效应”,降低本土国产工业机器人的产值,进而影响上游企业的市场需求,降低企业的研发动力。如上文论述,我们发现本土产业链存在显著的低端锁定、技术代差较大等现象,而这些将造成市场挤出现象,市场需求减少也会降低上游企业的经营绩效,对企业的研发创新产生负面影响。

为了探究这一结果,本文研究了进口工业机器人对上游企业市场需求与营业利润的影响。由于目前国产工业机器人的数据尚未公布,本文使用上游零部件企业产值作为被解释变量来间接代表市场需求进行研究,为避免企业产值取对数后与控制变量出现共线性,本文对企业产值 y 进行标准化处理,回归结果如表4中第(1)列所示,结果显示 $robot$ 的估计系数显著为负,这在一定程度上说明下游进口工业机器人降低产业链上游零部件的市场需求。然后使用企业的利润总额 $lnprofit$ 作为衡量指标,结果如表4第(2)列所示, $robot$ 的系数显著为负,上游零部件企业的营业利润发生下滑。除了企业的财务指标体现之外,最后我们还尝试从产品层面再次辅助说明下游进口工业机器人对本土产业链上游企业经营绩效的负面影响,企业在经营困难时通常会选择减少产品种类的方式来提高效率,而产品种类的减少实则也会降低产品之间的技术溢出。因此,本文也使用企业的产品种类 lnn 作为被解释变量进行回归,结果如表4第(3)列所示,回归系数显著为负,再次说明下游进口工业机器人对本土产业链上游企业的经营绩效造成了负面影响,抑制了本土产业链上游企业的创新水平。

表 4 市场挤出与经营绩效			
变量	(1)	(2)	(3)
	y	$lnprofit$	lnn
第二阶段:			
$robot$	-0.784** (0.395)	-3.134*** (0.939)	-1.073** (0.554)
样本量	11005	9504	3348
Centered R^2	0.028	0.201	0.0182
Kleibergen-Paap rk LM 统计量	10.49	10.42	12.85
Cragg-Donald Wald F 统计量	6221.84	5145.26	2625.34
Kleibergen-Paap rk Wald F 统计量	52.37	50.48	71.66
第一阶段:			
us_robot	0.0001*** (0.00001)	0.0001*** (0.00001)	0.0001*** (0.00001)

(三)可能存在的创新激励效应

尽管从上文的整体结果来看,进口工业机器人对本土产业链上游企业的创新水平主要为负向影响,挤出效应可能起到了主导作用,但基准回归中的估计系数为平均意义上的结果,因此也并不能否认逻辑分析中创新激励效应的影响。不同类型的企业之间存在较大差异,这引出了一个问题

题,即在某些情况下,下游引进工业机器人的创新激励效应或者说技术溢出效应是否会主导,并对本土产业链的上游企业创新产生积极影响?此外,是否存在缓解下游引进工业机器人对上游零部件企业创新抑制的途径?为了回答这些问题,我们从市场势力、融资约束和企业所有制三个角度进行了探讨,旨在更好地理解进口工业机器人的作用机制,在此基础上思考如何发挥其积极效应。

1. 市场势力影响

上文研究发现市场需求挤出和技术代差是导致产业链上游零部件企业创新水平降低的重要途径,并在机制分析中发现如果某些企业的技术水平较高,与进口零部件之间的替代性较强,进口工业机器人带来的挤出效应发生了减弱,那么,如果上游零部件企业的市场势力较强,下游企业对于此类上游企业依赖性强,是否还会对企业的创新产生负向影响呢?对于高端技术设备而言,企业的技术水平在一定程度上影响其自身的市场势力,市场势力强的企业市场通常份额大,有更强的动机进行研发创新;其自身产品与进口设备之间的技术差距也较小,获得进口设备技术溢出的能力也更强,对于企业自身的创新影响可能并不确定。

本文进一步分析了由于企业市场势力带来的依存度对于进口工业机器人技术溢出效应的影响。参考 De Loecker 和 Frederic (2012) 的做法,使用企业的成本加成率 (*markup*) 来表示市场势力,并将分位数前 25% 的企业视为头部市场势力的上游零部件企业。结果如表 5 第 (1) 列所示,核心解释变量的系数显著为正,表示下游进口工业机器人提高了市场势力强的上游零部件企业的创新水平;第 (2) 列为余下企业的回归结果,核心解释变量的估计系数依然显著为负。这可能是因为在先进设备市场上,技术水平直接决定了企业市场势力的强弱。市场势力强的上游企业与进口工业机器人之间的技术代差较小,能更好地适应市场需求和技术变革,吸收利用下游进口带来技术溢出的水平也较高,从而能对自身的技术创新水平起到促进作用。另外,对于市场势力强、具有竞争优势的上游企业来说,其生产零部件的水平较高,能够满足下游进口工业机器人的配套需求,在与下游企业合作时谈判势力也更强,企业的利润水平和经营绩效相对稳定;并且市场势力强的上游企业为了保持自身的技术优势,也有更强的动力提高研发创新水平。因此,下游进口工业机器人可能会对本土产业链市场势力强的上游企业带来正面的创新影响。

表 5 可能存在的创新激励效应

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	<i>lnspatent</i>	<i>lnspatent</i>	<i>lnspatent</i>	<i>lnspatent</i>	<i>lnspatent</i>	<i>lnspatent</i>	<i>lnspatent</i>
第二阶段:							
<i>robot</i>	5.723** (2.828)	-6.515*** (2.4043)	-1.951 (2.054)	-3.251*** (1.123)	10.83 (15.62)	-2.348 (1.73)	-3.554*** (0.997)
样本量	283	786	1255	1643	169	900	1979
Centered R ²	0.070	0.037	0.016	0.035	-0.033	0.077	0.026
Kleibergen-Paap rk LM 统计量	10.98	14.05	16.52	14.59	4.06	19.22	12.63
Cragg-Donald Wald F 统计量	158.73	219.39	274.67	1112.93	5.01	639.67	942.97
Kleibergen-Paap rk Wald F 统计量	38.34	88.63	65.44	61.13	3.76	107.39	48.29
第一阶段:							
<i>us_robot</i>	0.0001*** (0.00001)	0.00009*** (0.00001)	0.00009*** (0.00001)	0.0001*** (0.00001)	0.00005** (0.00002)	0.0001*** (0.00001)	0.0001*** (0.00001)

2. 融资约束影响

较为宽松的融资情况可能促进上游企业研发与技术吸收能力提升,上文研究发现下游企业进口工业机器人会通过提高上游零部件企业销售成本、营业利润减少导致可用研发资金降低等方式抑制创新水平。不同企业之间的融资约束情况等存在显著差异,而融资约束会直接影响企业的研发情况,融资约束较大的企业可能会更加制约企业的研发资金。因此本文计算企业的SA指数作为融资约束的衡量指标,将中位数以上的高融资约束企业赋值为1,低融资约束企业赋值为0。结果如表5所示,第(3)列中融资约束低的企业 $robot$ 回归系数虽然为负,但是并不显著,而第(4)列中融资约束高的企业 $robot$ 回归系数显著为负。这说明融资约束大的企业受到创新抑制的影响更大,缓解融资约束能够降低进口工业机器人对于上游零部件创新的负向影响。如果政府能够给予上游企业较好的融资政策支持,则可以改善上游企业由于遭受竞争挤压而无力研发的困境,促进企业的研发创新。

3. 企业所有制差异的影响

除了市场势力和融资约束两个市场因素外,本文也从企业所有制的角度考虑了工业机器人对上游企业带来的影响。下游企业进口工业机器人减少了对于本土产业链上游零部件企业的需求是降低上游企业创新水平的关键机制之一。国有企业由于政策补贴和政治关联等因素的优势,相对于非国有企业可能更有优势,受到市场需求的挤出影响可能较小,知识溢出效应相对更大,使得基准回归中平均意义的负面影响减小。本文从实证层面进一步进行了验证,根据企业所有制将企业分为国有企业、外资企业和民营企业,在此基础上对样本分组进行回归,结果如表5所示。第(5)列中国有企业的 $robot$ 回归系数为正,但不显著,第(6)列中外资企业的 $robot$ 回归系数虽然为负,但是并不显著,第(7)列中民营企业的 $robot$ 估计系数显著为负。上述结果表明民营企业受到下游进口工业机器人的创新抑制更强。国有企业和外资企业可能相对而言市场需求较为固定,设计理念和产品质量与下游进口工业机器人企业更加契合,因此受到下游进口工业机器人的抑制性影响较小。这些均表明下游工业机器人进口对产业链上游企业也存在创新激励效应。

六、结论与启示

核心零部件是工业机器人产业链的关键组成部分,是工业机器人领域的重要技术壁垒,对于工业机器人的产业链发展和国家解决“卡脖子”问题而言至关重要,本文研究了下游进口工业机器人对本土产业链上游核心零部件企业创新水平的影响。首先梳理了下游进口工业机器人对于上游核心零部件企业创新影响的机理逻辑,然后根据中国工商企业注册登记数据库识别出了本土产业链上游工业机器人零部件企业,并与中国工业企业数据库、中国海关进出口数据库、中国专利数据库进行匹配得到高度微观的企业层面数据,实证研究了下游企业进口工业机器人对于本土产业链上游零部件企业创新的影响。主要研究结论如下:(1)下游企业进口工业机器人显著降低了本土产业链上游零部件企业的创新水平,并在内生性处理和多种稳健性检验后结论依然成立;(2)下游进口工业机器人对本土产业链上游企业产生了产业链锁定和挤出效应,减少了本土产业链上游零部件企业的市场需求,对其经营绩效造成了负面影响,减弱了上游企业的创新水平;(3)下游进口工业机器人虽然在平均意义上对产业链上游企业的创新水平影响为负,但也存在创新激励和知识溢出效应,对于市场势力较强、融资约束低、国有企业而言负向创新的影响较小。

在当前工业机器人技术迅猛发展的背景下,我国大规模进口使用工业机器人在提升生产效率

的同时,也对我国本土产业链上游核心零部件企业的技术创新构成了一定挑战。上游核心零部件技术作为产业链安全的基石,其自主可控性对于我国产业链发展及安全都至关重要,如何在这种情境下协调好下游企业进口工业机器人与上游零部件企业创新之间的关系就显得尤为关键。“十四五”规划纲要中提出坚持创新在我国现代化建设全局中的核心地位,把科技自立自强作为国家发展的战略支撑。这不仅是我国突破“卡脖子”等关键核心技术的方向,也是实现经济转型升级、推动可持续发展的重要手段。结合本文的研究结论,提出以下建议。

第一,积极引导企业深化核心技术攻关,鼓励其前瞻性地布局基础与前沿研究领域。制定国家鼓励企业研发领域的指导目录,明确研发方向,通过政府资本和企业资金深度融合的方式开展技术攻关。同时,构建全面科学的创新评估体系,旨在为企业提供及时公正的创新评价与认可,从而激发企业的创新活力与内生动力。对于企业投入基础研究实行税收优惠,探索建立国家重点研发项目与企业需求对接的机制,支持国家专项研究计划服务于企业实际突破“卡脖子”技术的实际需要。鼓励企业与高校、科研院所建立稳定合作关系,共同开展科研项目,不断提高科技成果转化率,降低企业在实际生产中的创新门槛。政府还需持续优化知识产权法律体系,提高知识产权保护力度,强化专利侵权的打击力度,为企业创新构建公平有序的外部环境。

第二,政府应加强对于国产品牌的宣传力度,以重塑并强化企业对于本土国产品牌的信心。政府除了提供相关政策支持企业开展品牌宣传活动外,应充分利用官方媒体、高端论坛等多方渠道积极展示国产优秀品牌的卓越成就,摒弃“进口即优”的传统偏见。国产品牌的宣传不仅能为激励国产企业迅速成长和技术升级提供良好的市场基础,也是未来本土企业走向全球市场竞争的关键举措。应充分认识到国产品牌宣传的重要性并采取积极有效的措施,建立起以国产自主创新能力为核心竞争力的理念与品牌体系,通过不断提升研发设计水平、优化生产流程、强化全链条自主掌控能力,逐步减少对国外进口技术与产品的依赖。

第三,继续推动惠及企业创新政策的深入实施与精准落地,为创新型企业提供充足动力与资源支持。研究结论表示,研发投入依然是制约我国技术创新的重要因素,政府仍需为高技术产业特别是我国基础较为薄弱的部分提供资金支持。政府可以通过财政拨款、创新基金等方式,降低企业的研发创新风险,提高企业的自主创新动力。同时不遗余力地推动研发费用加计扣除、高新技术企业税收优惠等政策的落实,通过补贴减免企业成本的方式减轻企业负担,以此鼓励企业进行技术创新。持续加大对于科技人才的引进与培养投入,构建更加完善的人才引进与培养体系,助力形成以高水平创新为核心竞争力的企业集群。

参考文献:

1. 包群、叶宁华、王艳灵:《外资竞争、产业关联与中国本土企业的市场存活》,《经济研究》2015年第7期。
2. 陈钊、初运运:《新兴企业进入与产业链升级:来自中国无人机行业的证据》,《世界经济》2023年第2期。
3. 樊仲琛、徐铭桔、朱礼军:《发展中国家的进口与技术学习——基于中国经济发展的经验证据、理论和定量分析》,《经济学(季刊)》2023年第2期。
4. 韩超、王震:《寻找规制治理外的减排力量:一个外资开放驱动减排的证据》,《财贸经济》2022年第6期。
5. 何小钢、刘叩明:《机器人、工作任务与就业极化效应——来自中国工业企业的证据》,《数量经济技术经济研究》2023年第4期。
6. 江小涓、孟丽君:《内循环为主、外循环赋能与更高水平双循环——国际经验与中国实践》,《管理世界》2021年第1期。
7. 寇宗来、孙瑞:《技术断供与自主创新激励:纵向结构的视角》,《经济研究》2023年第2期。
8. 李磊、王小霞、包群:《机器人的就业效应:机制与中国经验》,《管理世界》2021年第9期。

- 9.林毅夫、张鹏飞:《后发优势、技术引进和落后国家的经济增长》,《经济学(季刊)》2005年第4期。
- 10.罗长远、吴梦如:《美国出口管制、技术距离与企业自主创新:基于2010—2018年中国上市公司数据的研究》,《世界经济研究》2022年第10期。
- 11.钱海章、张强、李帅:《“十四五”规划下中国制造供给能力及发展路径思考》,《数量经济技术经济研究》2022年第1期。
- 12.孙早、宗睿:《本土需求与企业自主创新——为何合理的收入分配更有利于企业创新》,《财经研究》2022年第3期。
- 13.田鸽、张勋:《数字经济、非农就业与社会分工》,《管理世界》2022年第5期。
- 14.王永钦、董雯:《机器人的兴起如何影响中国劳动力市场?——来自制造业上市公司的证据》,《经济研究》2020年第10期。
- 15.魏下海、曹晖、吴春秀:《生产线升级与企业内性别工资差距的收敛》,《经济研究》2018年第2期。
- 16.巫强、刘志彪:《中国沿海地区出口奇迹的发生机制分析》,《经济研究》2009年第6期。
- 17.谢红军、张禹、洪俊杰、郑晓佳:《鼓励关键设备进口的创新效应——兼议中国企业的创新路径选择》,《中国工业经济》2021年第4期。
- 18.余玲铮、魏下海、孙中伟、吴春秀:《工业机器人、工作任务与非常规能力溢价——来自制造业“企业—工人”匹配调查的证据》,《管理世界》2021年第1期。
- 19.余森杰:《中国的贸易自由化与制造业企业生产率》,《经济研究》2010年第12期。
- 20.诸竹君、袁逸铭、焦嘉嘉:《工业自动化与制造业创新行为》,《中国工业经济》2022年第7期。
- 21.苏丹妮、盛斌、邵朝对、陈帅:《全球价值链、本地化产业集聚与企业生产率的互动效应》,《经济研究》2020年第3期。
- 22.张杰、陈志远、刘元春:《中国出口国内附加值的测算与变化机制》,《经济研究》2013年第10期。
- 23.Acemoglu, D., Lelarge, C., & Restrepo, P., Competing with Robots: Firm-Level Evidence from France. *AEA Papers and Proceedings*, Vol.110, No.5, 2020, pp.383–388.
- 24.Blalock, G., & Gertler, P. J., How Firm Capabilities Affect Who Benefits from Foreign Technology. *Journal of Development Economics*, Vol.90, No.2, 2009, pp.192–199.
- 25.Bourlès, R., Cetté, G., Lopez, J., Mairesse, J., & Nicoletti, G., Do Product Market Regulations in Upstream Sectors Curb Productivity Growth? Panel Data Evidence for OECD Countries. *Review of Economics & Statistics*, Vol.95, No.5, 2010, pp.1750–1768.
- 26.Connolly, M., The Dual Nature of Trade: Measuring Its Impact on Imitation and Growth. *Journal of Development Economics*, Vol.72, No.1, 2003, pp.31–55.
- 27.De Loecker, J., & Frederic, W., Markups and Firm-Level Export Status. *American Economic Review*, Vol.102, No.6, 2012, pp. 2437–2471.
- 28.Fieler, A. C., Eslava, M., & Xu, D. Y., Trade, Quality Upgrading, and Input Linkages: Theory and Evidence from Colombia. *American Economic Review*, Vol.108, No.1, 2018, pp.109–146.
- 29.Koch, M., Manuylov, I., & Smolka, M., Robots and Firms. *The Economic Journal*, Vol.131, No.8, 2021, pp.2553–2584.
- 30.Nunn, N., & Wantchekon, L., The Slave Trade and the Origins of Mistrust in Africa. *American Economic Review*, Vol.101, No.7, 2011, pp.3221–3252.
- 31.Upward, R., Wang, Z., & Zheng, J., Weighting China's Export Basket: The Domestic Content and Technology Intensity of Chinese Exports. *Journal of Comparative Economics*, Vol.41, No.2, 2013, pp.527–543.
- 32.Javorcik, S. B., Does Foreign Direct Investment Increase the Productivity of Domestic Firms? In Search of Spillovers Through Backward Linkages. *American Economic Review*, Vol.94, No.3, 2004, pp.605–627.
- 33.Khandelwal, A. K., The Long and Short of Quality Ladders. *Review of Economic Studies*, Vol.77, No.4, 2010, pp.1450–1476.

How Does the Import of Advanced Technological Equipment Affect Innovation in Upstream Firms in the Local Industrial Chain?

HAN Chao, LI Jinping (Dongbei University of Finance and Economics, 116025)

Summary: The new innovation-driven development model has become an inevitable trend for the high-quality development of China's economy. In the process of promoting innovation-driven development, it is

necessary to foster domestic independent innovation and rely on advanced technologies from other countries around the world. Importing advanced technology equipment is an important way for enterprises to achieve innovation-driven development. However, due to the huge risk of global trade supply chain disruption, the United States has implemented product supply cuts and technology blockades in China's high-tech fields, and continuously strengthened export control over key technology equipment, which has posed unprecedented challenges and predicaments to the development of China's industrial chain. Moreover, if enterprises overly rely on advanced technology equipment from abroad, might it suppress the independent innovation capabilities of domestic enterprises and thereby affect breakthroughs in key core technology fields?

While exploring the intrinsic connection between the innovation-driven development strategy and the construction of independent innovation capabilities, the paper based on the constructed information of upstream key link enterprises, studies the impact of downstream enterprises' import of industrial robots on the innovation level of upstream enterprises in the domestic industrial chain. The results show that, on average, the import of industrial robots lowers the market demand for upstream enterprises in the domestic industrial chain, thereby inhibiting the improvement of their business performance and innovation capabilities. However, this average effect does not apply to enterprises with greater market power and certain risk resistance capabilities, and enterprises with lower financing constraints and state-owned enterprises can relatively better alleviate the negative impact caused by the import of industrial robots by downstream enterprises.

The marginal contribution of this study mainly lies in providing a feasible observation perspective on how to balance the use of imported technology equipment and maintain the stability of the domestic industrial chain development. Taking industrial robots as an example, we study the impact of advanced key technology equipment on the innovation of upstream key link enterprises in the domestic industrial chain. By using the specific industrial chain of industrial robots and manually identifying the upstream and downstream relationships, it better eliminates the differential impacts between different industries when identifying upstream and downstream relationships based on input-output tables, enriching the existing research conclusions on issues such as the relationship between imports and domestic industrial development, and the relationship between imported key equipment and domestic industrial development. In future research, we will further explore how to enhance domestic independent innovation capabilities on the basis of absorbing imported advanced technologies, and provide theoretical support for seeking to effectively utilize domestic and foreign innovation resources to promote the implementation of innovation strategies.

Keywords: Industrial Robots, Industry Chain, Upstream Key Link Firms, Firm Innovation

JEL: D22, O32

责任编辑:原 宏